

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001125105
PUBLICATION DATE : 11-05-01

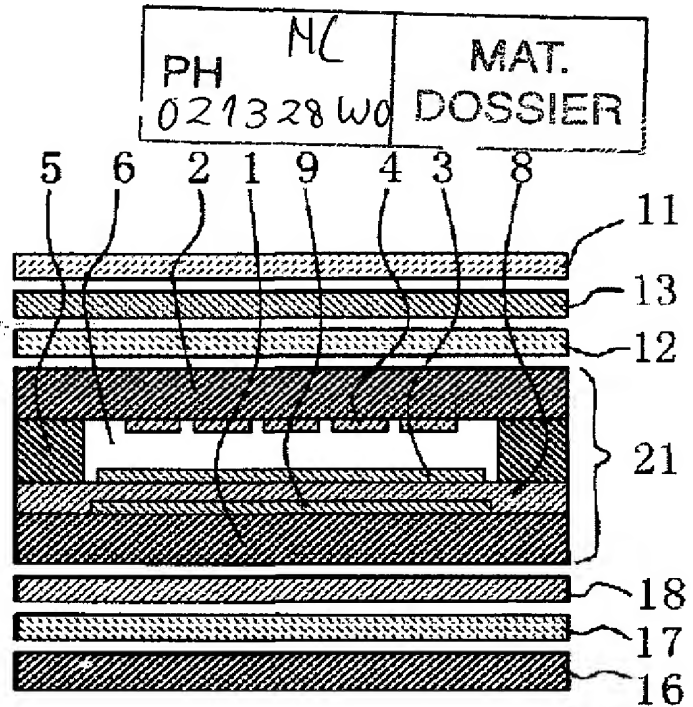
APPLICATION DATE : 26-10-99
APPLICATION NUMBER : 11303873

APPLICANT : CITIZEN WATCH CO LTD;

INVENTOR : ARAI MAKOTO;

INT.CL. : G02F 1/13363 G02B 5/30 G02F 1/133
G02F 1/1335 G02F 1/13357

TITLE : REFLECTIVE LIQUID CRYSTAL
DISPLAY DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid crystal display device with which both a reflective display using external light and a transmissive display using backlight illumination are feasible and high contrast is obtained both in the reflective and transmissive displays in the single polarizing plate mode device equipped with only one polarizing plate.

SOLUTION: The reflective liquid crystal display device is provided with a first polarizing plate 11, a first optical retardation plate 13, a twisted optical retardation plate 12, an STN(supertwisted nematic) liquid crystal element 21 containing a semitransmissive reflection layer 9 inside, a second optical retardation plate 18, a second polarizing plate 17 and a backlight 16.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-125105
(P2001-125105A)

(43)公開日 平成13年5月11日(2001.5.11)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
G 0 2 F 1/13363		G 0 2 F 1/13363	2 H 0 4 9
G 0 2 B 5/30		G 0 2 B 5/30	2 H 0 8 9
G 0 2 F 1/133	5 0 0	G 0 2 F 1/133	2 H 0 9 1
1/1335	5 2 0	1/1335	5 2 0
1/13357			5 3 0
審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 15 頁)			

(21)出願番号 特願平11-303873

(22)出願日 平成11年10月26日(1999. 10. 26)

(71)出願人 000001960

シチズン時計株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目1番1号

(72)発明者 新井 真

埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ

チズン時計株式会社技術研究所内

Fターム(参考) 2H049 BA02 BA07 BA08 BB03 BB44
BC03 BC22

2H089 QA16 SA04 SA07 TA13 TA14

2H091 FA02Y FA08X FA11X FA14Y

FA15Y FA31X FA41Z FD06

FD10 GA02 GA17 HA10 KA02

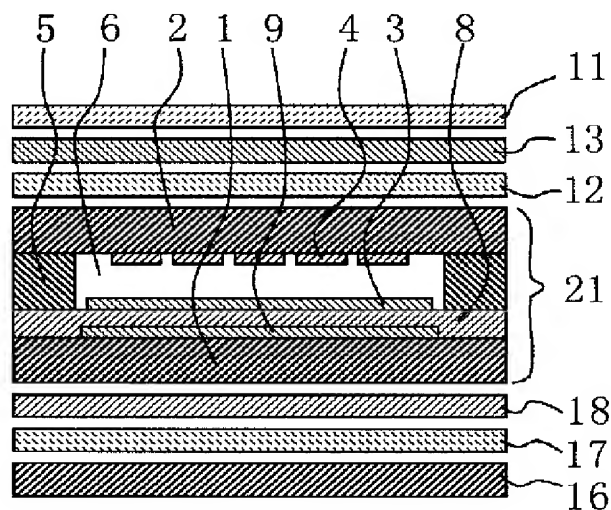
KA03 LA17 LA19

(54)【発明の名称】 反射型液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】 偏光板を1枚しか設けない単偏光板方式の液晶表示装置において、外光による反射表示と、バックライト照明による透過表示が可能で、かつ、反射表示と透過表示の両方で高コントラストが得られる液晶表示装置を提供することである。

【解決手段】 第1の偏光板11と、第1の位相差板13と、ねじれ位相差板12と、半透過反射層9を内在したSTN液晶素子21と、第2の位相差板18と第2の偏光板17とバックライト16とを備えるなる反射型液晶表示装置を提供する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 反射層と第1の電極とを有する第1の基板と、第2の電極を有する第2の基板と、これら第1の基板と第2の基板とのあいだにツイスト角が $180^{\circ} \sim 260^{\circ}$ にツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるSTN液晶素子と、

前記第2の基板の外側に設けるねじれ位相差板と、そのねじれ位相差板の外側に設ける第1の位相差板と、その第1の位相差板の外側に設ける第1の偏光板とを備え、

前記STN液晶素子の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値が $0.7 \mu\text{m}$ から $0.84 \mu\text{m}$ であり、

かつ、前記第1の位相差板の複屈折量を示す位相差値Rが $0.14 \mu\text{m}$ から $0.24 \mu\text{m}$ であり、

かつ、前記第1の位相差板の遅相軸と前記第1の偏光板の吸収軸との交差角 α が $60^{\circ} \sim 85^{\circ}$ であることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項2】 半透過反射層と第1の電極とを有する第1の基板と、第2の電極を有する第2の基板と、これら第1の基板と第2の基板のあいだにツイスト角が $180^{\circ} \sim 260^{\circ}$ にツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるSTN液晶素子と、

前記第2の基板の外側に設けるねじれ位相差板と、そのねじれ位相差板の外側に設ける第1の位相差板と、その第1の位相差板の外側に設ける第1の偏光板と、前記第1の基板の外側に設ける第2の位相差板と、第2の位相差板の外側に設ける第2の偏光板と、第2の偏光板の外側に設けるバックライトとを備え、前記STN液晶素子の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値が $0.7 \mu\text{m}$ から $0.84 \mu\text{m}$ であり、

かつ、前記第1の位相差板の複屈折量を示す位相差値Rが $0.14 \mu\text{m}$ から $0.24 \mu\text{m}$ であり、

かつ、前記第1の位相差板の遅相軸と前記第1の偏光板の吸収軸との交差角 α が $60^{\circ} \sim 85^{\circ}$ であり、

かつ、前記第2の位相差板の位相差値が概ね $1/4$ 波長であることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項3】 半透過反射層と第1の電極とを有する第1の基板と、第2の電極を有する第2の基板と、これら第1の基板と第2の基板のあいだにツイスト角が $180^{\circ} \sim 260^{\circ}$ にツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるSTN液晶素子と、

前記第2の基板の外側に設けるねじれ位相差板と、そのねじれ位相差板の外側に設ける第1の位相差板と、その第1の位相差板の外側に設ける第1の偏光板と、前記第1の基板の外側に設ける第2の位相差板と、その第2の位相差板の外側に設ける第3の位相差板と、その第3の位相差板の外側に設ける第2の偏光板と、その第2の偏光板の外側に設けるバックライトとを備え、

前記STN液晶素子の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値が 0.7

μm から $0.84 \mu\text{m}$ であり、

かつ、前記第1の位相差板の複屈折量を示す位相差値Rが $0.14 \mu\text{m}$ から $0.24 \mu\text{m}$ であり、

かつ、前記第1の位相差板の遅相軸と前記第1の偏光板の吸収軸との交差角 α が 60° から 85° であり、

かつ、前記第2の位相差板の遅相軸と第3の位相差板の遅相軸とは概ね直交しており、

前記第2の位相差板の位相差値の波長依存性と前記第3の位相差板の位相差値の波長依存性が異なり、

前記第2の位相差板の位相差値と前記第3の位相差板の位相差値との差が概ね $1/4$ 波長であることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項4】 半透過反射層と第1の電極とを有する第1の基板と、第2の電極を有する第2の基板と、これら第1の基板と第2の基板のあいだにツイスト角が 180° から 260° にツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるSTN液晶素子と、

前記第2の基板の外側に設けるねじれ位相差板と、そのねじれ位相差板の外側に設ける第1の位相差板と、その第1の位相差板の外側に設ける第1の偏光板と、前記第1の基板の外側に設ける第2の位相差板と、その第2の位相差板の外側に設ける第3の位相差板と、その第3の位相差板の外側に設ける第2の偏光板と、その第2の偏光板の外側に設けるバックライトとを備え、

前記STN液晶素子の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値が $0.7 \mu\text{m}$ から $0.84 \mu\text{m}$ であり、

かつ、前記第1の位相差板の複屈折量を示す位相差値Rが $0.14 \mu\text{m}$ から $0.24 \mu\text{m}$ であり、

かつ、前記第1の位相差板の遅相軸と前記第1の偏光板の吸収軸との交差角 α が 60° から 85° であり、

かつ、前記第2の位相差板の遅相軸と第3の位相差板の遅相軸とは概ね 60° に交差しており、

前記第2の位相差板の位相差値は概ね $1/4$ 波長で、

前記第3の位相差板の位相差値は概ね $1/2$ 波長であることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項5】 前記ねじれ位相差板のツイスト方向は、前記STN液晶素子と逆ねじれ構造であり、

ねじれ位相差板のツイスト角は、

前記STN液晶素子のツイスト角より 10° から 30° 小さく、

前記ねじれ位相差板の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値は、STN液晶素子の $\Delta n d$ 値より $0.14 \mu\text{m}$ から $0.22 \mu\text{m}$ 小さい請求項1、請求項2、請求項3、または請求項4記載の反射型液晶表示装置。

【請求項6】 請求項1、請求項2、請求項3、または請求項4記載の液晶表示装置において、前記第1の基板と前記第2の基板のいずれか一方の基板に、

複数色のカラーフィルタを設けることを特徴とする反射

型液晶表示装置。

【請求項7】 請求項1、請求項2、請求項3、または請求項4記載の液晶表示装置において、

前記第2の基板の外側に、拡散層を設けることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項8】 前記半透過反射層として、厚さ0.03 μ m～0.01 μ mの金属薄膜を用いる請求項2、請求項3、または請求項4に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項9】 前記半透過反射層として、画素毎に開口部を設けた金属薄膜を用いる請求項2、請求項3、または請求項4に記載の反射型液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は液晶表示装置の構成に関し、とくに液晶表示素子内部の反射板と1枚の偏光板で構成し、明るい白黒表示やカラー表示を実現する単偏光板方式の反射型液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、反射型液晶表示装置は、1対の偏光板と、一方の偏光板の外側に配置した反射層の間に、TN（ツイステッドネマチック）液晶素子や、STN（スーパーツイステッドネマチック）液晶素子を設けた反射型液晶表示装置が主に用いられている。しかし、この方式では明るさが低く、さらに、反射層がガラス基板の外側にあることから表示に影が生じ、視認性が悪いという問題がある。

【0003】前述の視認性が悪いという問題の対策として、偏光板1枚で表示が可能な単偏光板方式の反射型液晶表示装置が提案されている。この手段では偏光板が1枚であるので、従来の偏光板を2枚用いる反射型液晶表示装置より、明るさを改善することができる。

【0004】また、単偏光板方式液晶表示装置では、反射層を液晶表示素子内部に形成することで、表示の影の問題も解決することが可能である。

【0005】この単偏光板方式液晶表示装置は、1枚の偏光板と、1枚の位相差板と、反射層を内在した液晶素子とから構成され、たとえば、特開平4-97121号公報に開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前述した位相差板を1枚用いた単偏光板方式液晶表示装置では、特定の波長に対してのみ低い反射率を実現され、すべての波長にわたり低い反射率を実現することはできない。

【0007】そこで、良好な黒表示を得るために、位相差板を2枚用いた単偏光板方式液晶表示装置も開発されているが、まだ、十分なコントラストは得られていない。

【0008】また、位相差板の代わりに、液晶層のねじれ方向と逆方向にねじれた構造を持つ補償層を用いた単

偏光板方式液晶表示装置も開示されているが、この構造でもすべての波長にわたり低い反射率を実現することはむずかしい。このねじれ構造をもつ補償層を用いた単偏光板方式液晶表示装置は、たとえば特開平10-123505号公報に開示されている。

【0009】また、前述の従来技術の単偏光板方式液晶表示装置において、反射層は光を透過しないので、バックライトを設けることができず、外光が弱い場所や夜間には表示を見ることができなかった。

【0010】そこで、反射層として、薄膜アルミニウムを蒸着法によって形成したハーフミラーを用いたり、反射層に画素毎の開口部を設け、外光が弱い場所や夜間にはバックライトの光で表示を行う半透過反射型の液晶表示装置が開発されている。

【0011】しかし、単偏光板方式液晶表示装置の場合、外光を用いる反射表示時は、偏光板が1枚しかなく、入射光は液晶素子を往復した状態で良好な黒白表示が可能のように液晶素子や位相差板等の光学素子を設計する必要がある。

【0012】一方、バックライトを用いた透過表示時は、液晶素子を1回しか透過せず、この状態で良好な黒白表示が得られる様に液晶素子や光学素子を設計する必要があり、反射表示と透過表示ともに高コントラストを得ることは難しかった。

【0013】反射層に画素毎の開口部を設けた液晶表示装置としては、たとえば特開平10-282488号公報に開示されているが、この公報には、液晶素子や光学素子の条件に関する記述は一切なく、反射表示時と透過表示時で、いかにして良好なコントラスト表示を両立させるかは記載されていない。

【0014】〔発明の目的〕本発明の第1の目的は、前記の従来技術の課題を解決し、外光による反射表示において、すべての波長にわたり低い反射率の黒を得ることで、高コントラストで明るく、かつ、視認性の良い反射型の液晶表示装置を提供することである。

【0015】また、本発明の第2の目的は、外光による反射表示と、バックライト照明による透過表示が可能で、かつ、反射表示と透過表示の両方で高コントラストが得られる単偏光板方式の半透過反射型の液晶表示装置を提供することである。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の反射型液晶表示装置においては、反射層と第1の電極とを有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記1対の基板間にツイスト角が180°～260°にツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるSTN液晶素子と、第2の基板の外側に設けるねじれ位相差板と、ねじれ位相差板の外側に設ける第1の位相差板と、第1の位相差板の外側に設ける第1の偏光板とからなり、前記STN液晶素子の複屈折量を示

す $\Delta n d$ 値が $0.7 \sim 0.84 \mu\text{m}$ であり、かつ前記第1の位相差板の複屈折量を示す位相差値 R が $0.14 \sim 0.24 \mu\text{m}$ であり、かつ前記第1の位相差板の遅相軸と前記第1の偏光板の吸収軸との交差角 α が $60^\circ \sim 85^\circ$ であることを特徴とする。

【0017】また、本発明による反射型液晶表示装置は、半透過反射層と第1の電極とを有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記1対の基板間にツイスト角が $180^\circ \sim 260^\circ$ にツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるSTN液晶素子と、前記第2の基板の外側に設けるねじれ位相差板と、ねじれ位相差板の外側に設ける第1の位相差板と、第1の位相差板の外側に設ける第1の偏光板と、前記第1の基板の外側に設ける第2の位相差板と、第2の位相差板の外側に設ける第2の偏光板と、第2の偏光板の外側に設けるバックライトとを備え、前記STN液晶素子の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値が $0.7 \sim 0.84 \mu\text{m}$ であり、かつ前記第1の位相差板の複屈折量を示す位相差値 R が $0.14 \sim 0.24 \mu\text{m}$ であり、かつ前記第1の位相差板の遅相軸と前記第1の偏光板の吸収軸との交差角 α が $60^\circ \sim 85^\circ$ であり、かつ第2の位相差板の位相差値が概ね $1/4$ 波長であることを特徴としている。

【0018】また、本発明による反射型液晶表示装置は、半透過反射層と第1の電極とを有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記1対の基板間にツイスト角が $180^\circ \sim 260^\circ$ にツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるSTN液晶素子と、第2の基板の外側に設けるねじれ位相差板と、ねじれ位相差板の外側に設ける第1の位相差板と、第1の位相差板の外側に設ける第1の偏光板と、前記第1の基板の外側に設ける第2の位相差板と、第2の位相差板の外側に設ける第3の位相差板と、第3の位相差板の外側に設ける第2の偏光板と、第2の偏光板の外側に設けるバックライトとを備え、前記STN液晶素子の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値が $0.7 \sim 0.84 \mu\text{m}$ であり、かつ前記第1の位相差板の複屈折量を示す位相差値 R が $0.14 \sim 0.24 \mu\text{m}$ であり、かつ前記第1の位相差板の遅相軸と第1の偏光板の吸収軸との交差角 α が $60^\circ \sim 85^\circ$ であり、かつ第2の位相差板の遅相軸と第3の位相差板の遅相軸とは概ね直交しており、第2の位相差板の位相差値の波長依存性と第3の位相差板の位相差値の波長依存性が異なり、第2の位相差板の位相差値と第3の位相差板の位相差値との差が概ね $1/4$ 波長であることを特徴としている。

【0019】また、本発明による反射型液晶表示装置は、半透過反射層と第1の電極とを有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記1対の基板間にツイスト角が $180^\circ \sim 260^\circ$ にツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるSTN液晶素子と、第2の基板の外側に設けるねじれ位相差板と、ねじれ位相差

板の外側に設ける第1の位相差板と、第1の位相差板の外側に設ける第1の偏光板と、前記第1の基板の外側に設ける第2の位相差板と、第2の位相差板の外側に設ける第3の位相差板と、第3の位相差板の外側に設ける第2の偏光板と、第2の偏光板の外側に設けるバックライトとを備え、前記STN液晶素子の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値が $0.7 \sim 0.84 \mu\text{m}$ であり、かつ前記第1の位相差板の複屈折量を示す位相差値 R が $0.14 \sim 0.24 \mu\text{m}$ であり、かつ前記第1の位相差板の遅相軸と第1の偏光板の吸収軸との交差角 α が $60^\circ \sim 85^\circ$ であり、かつ前記第2の位相差板の遅相軸と第3の位相差板の遅相軸とは概ね 60° に交差しており、第2の位相差板の位相差値は概ね $1/4$ 波長で、第3の位相差板の位相差値は概ね $1/2$ 波長であることを特徴としている。

【0020】(作用)本発明の反射型液晶表示装置は、単偏光板方式の液晶表示装置の光学素子として、ねじれ位相差板1枚と位相差板1枚を用いている。ねじれ位相差板のツイスト方向は、STN液晶素子のツイスト方向と逆方向であり、かつ、ねじれ位相差板のツイスト角をSTN液晶素子のツイスト角より小さくしてある。そして、ねじれ位相差板の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値をSTN液晶素子の $\Delta n d$ 値より $0.14 \sim 0.22 \mu\text{m}$ 小さくすることで、STN液晶素子とねじれ位相差板とで発生する実質的な位相差値を $1/4$ 波長としている。

【0021】しかし、これだけでは、すべての波長での位相差値を $1/4$ 波長とすることができず、完全な黒が得られない。そこで、位相差板を1枚追加し、その位相差板の位相差値を $0.14 \mu\text{m}$ から $0.24 \mu\text{m}$ にして、位相差値の波長依存性を変更することにより、短波長の位相差値を小さく、長波長の位相差値が大きくなり、その結果、位相差値 F を波長 λ で除した F/λ 値を、すべての波長において $1/4$ の一定にすることが可能となる。

【0022】つまり、偏光板を透過した直線偏光は、すべての波長で円偏光となり、反射層で反射し、再度、STN液晶素子とねじれ位相差板と位相差板とを透過すると、すべての波長で偏光方向の 90° 回転した直線偏光となり、偏光板に吸収され、完全な黒表示を得ることができる。

【0023】さらに、STN液晶素子の $\Delta n d$ 値、位相差板の位相差値、ねじれ位相差板の $\Delta n d$ 値、位相差板の配置角、ねじれ位相差板の配置角、および偏光板の配置角を光学シミュレーションと実測データを用いて最適化を行うことにより、ノーマリ黒モードの反射表示において、可視光領域のすべての波長で反射率を低くし、良好な黒表示を得ることができ、電圧印加時に明るい白表示の得られる高コントラスト表示が可能である。

【0024】一方、透過表示においては、バックライトから出た光は、液晶素子の裏面に設けた偏光板と位相差値が $1/4$ 波長の位相差板とを透過し、さらに半透過反

射層を透過して液晶素子に入射する。液晶素子の複屈折量は、ねじれ位相差板と位相差板により $1/4$ 波長相当になっているので、液晶素子の複屈折量とを減算するように液晶素子の裏面に設けた位相差板を配置すると、バックライトから出た光は、そのままの状態で見認側の偏光板に到達する。したがって、バックライト側の偏光板の透過軸と見認側の偏光板の透過軸とが直交に配置していると、良好な黒表示が得られる。

【0025】そして、液晶素子に電圧を印加した状態では、液晶素子の複屈折量が増加し、反射表示および透過表示ともに良好な白表示を得ることが可能となり、反射表示と透過表示の両方で高コントラストが得られる単偏光板方式の液晶表示装置を提供することができる。

【0026】

【発明の実施の形態】（第1の実施の形態）以下図面を用いて本発明を実施するための最良な形態における液晶表示装置の構成を説明する。

【0027】（液晶表示装置の構成：図1、図2、図3）まずはじめに、本発明の第1の実施形態における液晶表示装置の構成を、図面を用いて説明する。図1は本発明の第1の実施形態における液晶表示装置の構成要素を説明するための断面図であり、図2は画素部を拡大した平面図であり、図3は構成要素の配置関係を示す平面図である。以下、図1～図3を用いて、本発明の液晶表示装置の構成を説明する。

【0028】本発明の液晶表示装置は、図1に示すように、STN液晶素子20と、STN液晶素子20の上側に設けたねじれ位相差板12と、第1の位相差板13と、第1の偏光板11とにより構成する。

【0029】第1の偏光板11と第1の位相差板13とねじれ位相差板12とはアクリル系粘着剤で一体化しており、さらにSTN液晶素子20ともアクリル系粘着剤で貼り付けてある。

【0030】STN液晶素子20は、アルミニウムからなる厚さ $0.1\mu\text{m}$ の反射層7とアクリル系材料からなる厚さ $2\mu\text{m}$ の保護膜8と透明電極材料であるITOからなる第1の電極3が形成されている厚さ 0.5mm のガラス板からなる第1の基板1と、ITOからなる第2の電極4が形成されている厚さ 0.5mm のガラス板からなる第2の基板2と、第1の基板1と第2の基板2とを張り合わせるシール材5と、第1の基板1と第2の基板2とに挟持されている左回りの 240° ツイストで配向しているネマチック液晶6とから形成している。

【0031】ITOからなる第1の電極3と第2の電極4との透過率は、明るさの点で重要である。また、ITOのシート抵抗値が低いほど、膜厚が厚くなり、透過率が低くなる。本発明の実施の形態では、第2の電極4に、データ信号を印加しているので、クロストークの影響が少なく、シート抵抗値 100Ω で厚さ $0.05\mu\text{m}$ のITOを用い、平均透過率は、約 92% である。

【0032】第1の電極3には、走査信号を印加しているので、クロストークを低下するためにシート抵抗値 10Ω で厚さ $0.3\mu\text{m}$ のITOを用い、平均透過率は、約 89% と低いですが、本発明の実施の形態のように、少なくとも1方の基板に、透過率が 90% 以上の透明電極を用いることで、明るさを改善できる。図2に示したように、第1の電極3と第2の電極4との交差した部分が画素となる。

【0033】反射層7は、アルミニウム薄膜をスパッタ法で形成し、さらに表面を保護するために厚さ $0.03\mu\text{m}$ の酸化シリコン(SiO_2)をスパッタリング法で表面に形成し、図2に示したように画素周辺に長方形の形状に形成した。また、反射層7の表面形状に凹凸をつけて散乱性を与えると、視野角特性が改善し、より好ましい。

【0034】ねじれ位相差板12は、ねじれ構造を持つ液晶性高分子ポリマーを、トリアセチルセルロース(TAC)フィルムやポリエチレンテレフタレート(PET)フィルムに配向処理してから塗布し、 150°C 程度の高温で、液晶状態にして、ツイスト角を調整後、室温まで急冷して、そのねじれ状態を固定化したフィルムである。

【0035】あるいは、別に用意した配向処理を施したフィルムに、ねじれ状態を固定後、TACフィルムに液晶性高分子ポリマーを転写して形成したフィルムであり、本発明の実施の形態では、ツイスト角 T_c は -220° で、複屈折性を示す Δn_d 値 R_c は $0.61\mu\text{m}$ の右回りのねじれ位相差板12を用いる。

【0036】第1の偏光板11は、なるべく明るく、かつ、偏光度が高いことが好ましく、本発明の実施の形態では、透過率 45% で偏光度 99.9% の材料を使用した。第1の偏光板11の表面に、屈折率の異なる無機薄膜を、真空蒸着法やスパッタ法で数層コートした反射率が 0.5% 程度の無反射層を設けると、第1の偏光板11の表面反射が低下することで透過率が改善し、明るくなり、また、黒レベルが低下することでコントラストも改善し、さらに好ましい。

【0037】しかし、無機薄膜は高価であるので、最近では、1層～2層の有機材料をコートした塗布タイプの無反射膜が開発されており、反射率は 1% 前後と多少高いが、低価格であり、これらの無反射膜でも、無反射層として使用可能である。

【0038】第1の位相差板13としては、ポリカーボネート(PC)を延伸した厚さがおおよそ $70\mu\text{m}$ の透明フィルムで、波長 $0.55\mu\text{m}$ の位相差値 F_1 は $0.2\mu\text{m}$ である。

【0039】つぎに、各構成部材の配置関係を図3を用いて説明する。第1の電極3と第2の電極4の表面には配向膜（図示せず）が形成され、図3(a)に示すように、第1の基板1は、水平軸に対して、右上がり 30°

方向にラビング処理することで、下液晶分子配向方向6aは $+30^\circ$ となり、第2の基板2は右下がり 30° 方向にラビング処理することで上液晶分子配向方向6bは -30° となる。粘度20cPのネマチック液晶には、カイラル材と呼ぶ旋回性物質を添加し、ねじれピッチPを $10\mu\text{m}$ に調整し、左回りでツイスト角 $T_s=240^\circ$ ツイストのSTN液晶素子20を形成する。

【0040】使用するネマチック液晶6の複屈折の差 Δn は0.15で、第1の基板1と第2の基板2とのすきまであるセルギャップdは $5.2\mu\text{m}$ とする。したがって、ネマチック液晶6の複屈折の差 Δn とセルギャップdとの積で表すSTN液晶素子20の複屈折量を表す $\Delta n d$ 値Rsは $0.78\mu\text{m}$ となる。

【0041】第1の偏光板の吸収軸11aは、水平軸を基準にして、 $+40^\circ$ に配置する。ねじれ位相差板12の下分子配向方向12aは、図3の(b)に示すように、水平軸を基準にして $+60^\circ$ に配置し、上分子配向方向12bは、 -80° に配置し、右回りでツイスト角 $T_c=220^\circ$ になり、ツイスト角の絶対値の差 $\Delta T=T_s-T_c=20^\circ$ であり、複屈折性の差 $\Delta R=R_s-R_c=0.17\mu\text{m}$ となっている。

【0042】第1の位相差板の遅相軸13aは水平軸を基準として -30° に配置されており、第1の偏光板の吸収軸11aとの交差角は 70° となっている。

【0043】(第1の実施の形態の効果：図1、図3、図14)つぎに、本発明の実施の形態の液晶表示装置の効果について、図面を用いて説明する。

【0044】ねじれ位相差板12の下分子配向方向12aとSTN液晶素子20の上液晶分子配向方向6bとの交差角が 90° 前後の場合に、STN液晶素子20の複屈折量とねじれ位相差板12の複屈折量は減算する。

【0045】したがって、本発明の実施の形態ではSTN液晶素子20の複屈折性とねじれ位相差板12の複屈折性が減算され、 $\Delta R=0.17\mu\text{m}$ となるが、STN液晶素子20のネマチック液晶6はツイストしているので、実質的な位相差値としては $1/4$ 波長相当の $0.14\mu\text{m}$ 程度となる。

【0046】さらに本発明の実施の形態では、ねじれ位相差板12の下分子配置方向12aとSTN液晶素子20の上液晶分子配向方向6bの交差角を 90° とすること、および、ねじれ位相差板12のツイスト角 T_c をSTN液晶素子20のツイスト角 T_s より小さくすることで、良好な白表示と黒表示ができるように、表示色の補正を行っている。

【0047】ねじれ位相差板12のツイスト角 T_c は、STN液晶素子20のツイスト角 T_s よりあまり小さいと複屈折性の減算が不充分となるので、ツイスト角の絶対値の差 $\Delta T=T_s-T_c=10^\circ\sim 30^\circ$ が好ましい。また、複屈折量の差 $\Delta R=R_s-R_c=0.14\sim 0.22\mu\text{m}$ で表示可能であった。

【0048】第1の偏光板の吸収軸11aと第1の位相差板の遅相軸13aとの交差角が 90° の場合は、全く位相差は発生しないが、本発明の実施の形態のように、第1の偏光板の吸収軸11aと第1の位相差板の遅相軸13aとの交差角を 70° とすることで、わずかに位相差を発生させて、波長毎の位相差を補正している。

【0049】図14に、本発明の実施の形態に用いた単偏光板方式の液晶表示装置の反射特性を示す。曲線34は、本発明の実施の形態の液晶表示装置の電圧無印加時の黒表示状態で、曲線35はオン電圧を印加時の白表示状態を示す。曲線36は、比較のために、位相差板を通常のPC1枚だけの $1/4$ 波長板を用いた単偏光板方式の液晶表示装置の電圧無印加時の黒表示状態を示す。

【0050】図1において、第1の偏光板11から入った直線偏光は、第1の位相差板13とねじれ位相差板12とネマチック液晶6とを透過することで、すべての波長にわたり円偏光となり反射層7に到達する。

【0051】反射層7で反射した円偏光は、ネマチック液晶6とねじれ位相差板12と第1の位相差板13を再度透過することで、直線方向が 90° 回転した直線偏光に戻り、第1の偏光板11で吸収され、図14の曲線34に示したような、完全な黒表示が得られる。

【0052】従来技術の位相差板を1枚用いた単偏光板方式の液晶表示装置は、図14の曲線36に示したように、短波長と長波長の光が漏れ、完全な黒表示はできず、紫色の黒表示となり、コントラストが低下する。

【0053】つぎに、第1の電極3と第2の電極4との間に、電圧を印加すると、ネマチック液晶6が立ち上がり、STN液晶素子20の実質的な $\Delta n d$ 値が減少する。そのため、第1の偏光板11から入射した直線偏光は、第1の位相差板13とねじれ位相差板12とネマチック液晶6を透過することで、楕円偏光や直線偏光に戻る。

【0054】この電圧印加により、STN液晶素子20の実質的な $\Delta n d$ 値をねじれ位相差板12の位相差値と等しくすると、発生する複屈折性をほぼ0にすることができる。したがって、第1の偏光板11より入射した直線偏光は、回転せずそのまま戻るため、図14の曲線35に示したように、明るく良好な白表示を得ることができる。

【0055】このように、第1の偏光板11と第1の位相差板13とねじれ位相差板12と反射層7を内在したSTN液晶素子20とにより、外光を用いる反射表示において、良好な黒表示と明るい白表示が得られ、高コントラストの表示が得られる単偏光板方式の反射型の液晶表示装置を提供できる。

【0056】(第1の実施の形態の変形例)本発明の第1の実施の形態では、STN液晶素子20として、 240° ツイストのSTNモードの液晶素子を用いたが、ツイスト角が $180\sim 260^\circ$ のSTN液晶素子でも、同

様な反射型液晶表示装置が得られる。

【0057】本発明の実施の形態では、ねじれ位相差板12として、室温ではねじれ状態が固定化している液晶性ポリマーフィルムを用いたが、液晶分子の1部を鎖状のポリマー分子に結合しただけの、温度によりRcが変化する温度補償型のねじれ位相差板を用いると、高温から低温まで広い温度範囲での明るさやコントラストが改善し、より良好な反射型液晶表示装置が得られる。

【0058】本発明の実施の形態では、反射層7を、第1の電極3とは別に形成したが、第1の電極をアルミニウムや銀等の金属薄膜で形成することで、反射層7と兼用した反射電極とすることで、構造を単純化することも可能である。また、表示に影は発生するが、反射層7を第1の基板1の外側に配置しても、同様な効果は得られる。

【0059】また、本発明の実施の形態では、第1の位相差板13として、PCを1軸延伸し、Z軸方向の屈折率 n_z が、延伸方向の屈折率 n_x と直角方向の屈折率 n_y に対して、 $n_x > n_y = n_z$ となっている位相差板を用いたが、多軸延伸し、 $n_x > n_z > n_y$ となっている、いわゆるZタイプの位相差板や、ポリビニルアルコール(PVA)やポリプロピレン(PP)などの材料を延伸した位相差板でも、同様な効果が得られる。

【0060】(第2の実施の形態)つぎに、本発明の第2の実施の形態の液晶表示装置の構成について説明する。第2の実施の形態の液晶表示装置は、第1の実施の形態の液晶表示装置に、第2の位相差板と第2の偏光板とバックライトとを追加して、透過表示も可能な半透過反射型の液晶表示装置としたものである。

【0061】(液晶表示装置の構成:図4、図5、図6)本発明の第2の実施の形態における液晶表示装置の構成を、図面を用いて説明する。図4は本発明の第2の実施形態における液晶表示装置の構成要素を説明するための断面図で、図5は画素部を拡大した平面図で、図6は構成要素の配置関係を示す平面図である。以下、図4～図6を用いて、本発明の半透過反射型の液晶表示装置の構成を説明する。

【0062】本発明の液晶表示装置は、図4に示すように、STN液晶素子21と、STN液晶素子21の上側に設けたねじれ位相差板12と、第1の位相差板13と、第1の偏光板11と、STN液晶素子21の下側に設けた第2の位相差板18と、第2の偏光板17と、バックライト16により構成する。

【0063】第1の偏光板11と第1の位相差板13とねじれ位相差板12は、アクリル系粘着剤で一体化しており、STN液晶素子21とも、アクリル系粘着剤で貼り付けてある。また、第2の偏光板17と第2の位相差板18は、アクリル系粘着剤で一体化しており、STN液晶素子21とも、アクリル系粘着剤で貼り付けてある。

【0064】STN液晶素子21は、アルミニウムからなる厚さ $0.02\mu\text{m}$ の半透過反射層9とアクリル系材料からなる厚さ $2\mu\text{m}$ の保護膜8と透明電極材料であるITOからなる厚さ $0.3\mu\text{m}$ の第1の電極3が形成されている厚さ 0.5mm のガラス板からなる第1の基板1と、ITOからなる厚さ $0.05\mu\text{m}$ の第2の電極4が形成されている厚さ 0.5mm のガラス板からなる第2の基板2と、第1の基板1と第2の基板2とを張り合わせるシール材5と、第1の基板1と第2の基板2とに挟持されている左回り 240° ツイスト配向しているネマチック液晶6とから形成している。

【0065】図5に示したように、第1の電極3と第2の電極4との交差した部分が画素となる。

【0066】半透過反射層9は、アルミニウムの膜厚を非常に薄くすることで、一部の光は透過し、残りの光は反射する、いわゆるハーフミラーにしてある。本発明の実施の形態では、アルミニウムの膜厚を $0.02\mu\text{m}$ としたことによって、 $10\sim 20\%$ 程度の光を透過し、残りの $80\sim 90\%$ の光を反射するようにし、図5に示したように画素周辺に長方形の形状で形成した。

【0067】ねじれ位相差板12と第1の位相差板13と第1の偏光板11は、第1の実施の形態で用いたものと同一である。

【0068】第2の位相差板18は、ポリカーボネートを延伸した厚さ約 $70\mu\text{m}$ で、波長 $0.55\mu\text{m}$ の位相差値 $F3=0.14\mu\text{m}$ で、 $1/4$ 波長板となっている。第2の偏光板17としては、偏光度が高いことが重要で、透過率 44% で偏光度 99.99% の材料を使用した。

【0069】バックライト16は、導光板に蛍光灯やLEDを取り付けたものや、エレクトロルミネッセンス(EL)板などを用いることが可能であるが、本発明の実施の形態では厚さが約 1mm で、発光色が白色のEL板を用いた。

【0070】つぎに、各構成部材の配置関係を図6を用いて説明する。図6(b)に示したSTN液晶素子21から上側の配置関係は、第1の実施の形態と同一であるので、省略する。

【0071】STN液晶素子21の下側に配置した第2の位相差板の遅相軸18aは、図6(a)に示すように、水平軸に対して $+85^\circ$ に配置し、第2の偏光板の吸収軸17aは水平軸に対して -50° に配置し、第1の偏光板の吸収軸11aと直交する。

【0072】(第2の実施の形態の効果:図4、図5、図6)つぎに、本発明の実施の形態の液晶表示装置の効果について図面を用いて説明する。反射表示については、第1の実施の形態の効果と同一であり、良好なコントラストの表示が可能である。

【0073】バックライト16を点灯した透過表示について説明する。バックライト16から出た光は、第2の

偏光板 17 により直線偏光となる。この直線偏光は第 2 の位相差板 18 の遅相軸 18a に対して 45° の角度に入射するので、円偏光となる。半透過反射層 9 で、約 8 割は反射されるが、残りの 2 割の光が透過する。

【0074】STN 液晶素子 21 に電圧を印加していない状態では、ねじれ位相差板 12 と STN 液晶素子 21 と第 1 の位相差板 13 とにより、複屈折性がほぼ全波長にわたり $1/4$ 波長相当となっている。そこで、本発明の実施の形態のように配置すると、第 2 の位相差板 18 で発生した位相差は、STN 液晶素子 21 とねじれ位相差板 12 と第 1 の位相差板 13 とで発生する位相差で減算されて 0 となり、第 2 の偏光板の吸収軸 17a と直交方向の直線偏光となって出射する。

【0075】したがって、第 1 の偏光板の吸収軸 11a と第 2 の偏光板の吸収軸 17a とが直交しているので、入射光は透過せず、黒表示となる。

【0076】つぎに、第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 との間に、電圧を印加すると、ネマチック液晶 6 が立ち上がり、STN 液晶素子 21 の実質的な $\Delta n d$ 値が減少する。そのため、第 2 の偏光板 17 から入射した直線偏光は、第 2 の位相差板 18 を通過することで円偏光となるが、ねじれ位相差板 12 と STN 液晶素子 21 とを透過することで、楕円偏光や直線偏光になる。

【0077】この電圧印加により STN 液晶素子 21 で発生する位相差を $1/4$ 波長とすると、第 2 の偏光板 17 より入射した直線偏光は、ねじれ位相差板 12 と第 1 の位相差板 13 を透過することで 90° 回転するため、第 1 の偏光板 11 を透過し、良好な白表示を得ることができる。

【0078】このように、第 1 の偏光板 11 と第 1 の位相差板 13 とねじれ位相差板 12 と半透過反射層 9 を内在した STN 液晶素子 21 とにより、外光を用いる反射表示においては良好な黒表示と明るい白表示が得られ、STN 液晶素子 21 の下側に第 2 の位相差板 18 と第 2 の偏光板 17 とバックライト 16 とを備えることで、外光が少ない環境ではバックライト 16 を点灯することで、良好なコントラストの表示が得られる単偏光板方式の半透過反射型の液晶表示装置を提供できる。

【0079】(第 2 の実施の形態の変形例) 本発明の実施の形態では、半透過反射層 9 を、厚さ $0.02\mu\text{m}$ のアルミニウム薄膜で形成したが、アルミニウム薄膜は厚さが $0.03\mu\text{m}$ ～ $0.01\mu\text{m}$ であれば、1 部の光が透過して、ハーフミラーとして使用することが可能である。

【0080】本発明の実施の形態では、半透過反射層 9 として、アルミニウム薄膜を用いたが、アルミニウム合金や銀の薄膜や、反射率を改善するために、アルミニウムと無機酸化物の多層膜を用いることも可能である。

【0081】本発明の実施の形態では、第 2 の位相差板 18 で発生する位相差を、STN 液晶素子 21 で発生す

る位相差が減算するように配置したが、第 2 の位相差板 18 と STN 液晶素子 21 で発生する位相差とを加算して $1/2$ 波長相当になるように配置し、さらに第 2 の偏光板の吸収軸 17a を第 1 の偏光板の吸収軸 11a と平行に配置することも可能である。

【0082】(第 3 の実施の形態) つぎに、本発明の第 3 の実施の形態の液晶表示装置の構成について説明する。第 3 の実施の形態の液晶表示装置は、液晶素子の下側に 2 枚の位相差板を備えること、拡散層を備えること、半透過反射層の形状が異なることが、第 2 の実施の形態と異なっている。

【0083】(液晶表示装置の構成：図 7、図 8、図 9) 本発明の第 3 の実施形態における半透過反射型の液晶表示装置の構成を、図面を用いて説明する。図 7 は本発明の第 3 の実施形態における液晶表示装置の構成要素を説明するための断面図で、図 8 は画素部を拡大した平面図で、図 9 は構成要素の配置関係を示す平面図である。以下、図 7 ～ 図 9 を用いて、本発明の液晶表示装置の構成を説明する。

【0084】本発明の液晶表示装置は、図 7 に示すように、STN 液晶素子 22 と、STN 液晶素子 22 の上側に設けた拡散層 15 と、ねじれ位相差板 12 と、第 1 の位相差板 13 と、第 1 の偏光板 11 と、STN 液晶素子 22 の下側に設けた第 2 の位相差板 18 と、第 3 の位相差板 19 と、第 2 の偏光板 17 と、バックライト 16 により構成する。

【0085】第 1 の偏光板 11 と第 1 の位相差板 13 とねじれ位相差板 12 は、アクリル系粘着剤で一体化してある。また、第 2 の位相差板 18 と第 3 の位相差板 19 と第 2 の偏光板 17 は、アクリル系粘着剤で一体化してあり、STN 液晶素子 22 とともに、アクリル系粘着剤で貼り付けてある。

【0086】STN 液晶素子 22 は、アルミニウムからなる厚さ $0.1\mu\text{m}$ の半透過反射層 14 とアクリル系材料からなる厚さ $2\mu\text{m}$ の保護膜 8 と透明電極材料である ITO からなる厚さ $0.3\mu\text{m}$ の第 1 の電極 3 が形成されている厚さ 0.5mm のガラス板からなる第 1 の基板 1 と、ITO からなる厚さ $0.05\mu\text{m}$ の第 2 の電極 4 が形成されている厚さ 0.5mm のガラス板からなる第 2 の基板 2 と、第 1 の基板 1 と第 2 の基板 2 とを張り合わせるシール材 5 と、第 1 の基板 1 と第 2 の基板 2 とに挟持されている左回り 240° ツイスト配向しているネマチック液晶 6 とから形成している。

【0087】図 8 に示したように、第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 との交差した部分が画素となり、画素周辺に長方形の半透過反射層 14 を設ける。半透過反射層 14 には、画素毎に開口部 25 がフォトリソ工程で設けてある。アルミニウムの膜厚は第 2 の実施の形態より厚いので、開口部以外は完全な反射層となっており、開口部の面積で透過率と反射率を調整することが可能である。本

発明の実施の形態では、開口部の面積を画素面積の15%に設定したので、15%程度の光を透過し、残りの85%の光を反射するようにした。

【0088】拡散層15は、半透過反射層14で反射した光を散乱し、広視野角で明るい表示を得るために設けである。外部から入射する光はなるべく前方に散乱透過し、後方散乱が少ないものが、高コントラストが得られて好ましい。ここでは、粘着剤に微粒子を混合した、厚さ30 μm の散乱性粘着剤を拡散層15として用い、STN液晶素子22とねじれ位相差板12との粘着剤としても兼用している。

【0089】また、拡散層15には、位相差値をほとんど持たず、偏光状態を変化させにくい材料を用いたので、第2の基板2から第1の偏光板11の間、あるいは第1の偏光板11の表面の、どこに配置してもよいが、表示ボケを減らすために、なるべく第2の基板2の近くが好ましい。また、第2の基板2の厚さも、なるべく薄い方が、表示ボケが少なくなり好ましく、本発明の実施の形態では厚さ0.5mmとした。またさらに、第2の基板を0.4mmと薄くし、第1の基板を0.5mmと、第2の基板を第1の基板より薄くすることも可能である。

【0090】第1の偏光板11と、第2の偏光板17と、ねじれ位相差板12と、第1の位相差板13と、バックライト16とは、第2の実施の形態で用いたものと同一である。

【0091】第2の位相差板18は、ポリカーボネート(PC)を延伸した厚さ約70 μm の透明フィルムで、波長0.55 μm の位相差値 $F2=0.36\mu\text{m}$ である。第3の位相差板19は、ポリプロピレン(PP)を延伸した厚さ約100 μm の透明フィルムで、波長0.55 μm の位相差値 $F3=0.50\mu\text{m}$ である。

【0092】STN液晶素子22の下側に配置した第2の位相差板の遅相軸18aは、水平軸に対して -5° に配置され、第3の位相差板の遅相軸19aは水平軸に対して $+85^\circ$ に配置してあり、したがって、第2の位相差板の位相差値 $F2$ と第3の位相差板の位相差値 $F3$ は減算され、有効な位相差値としては $\Delta F=F3-F2=0.14\mu\text{m}$ となる。

【0093】つぎに、位相差板の効果について説明する。図13に本発明の実施の形態で用いた位相差板の位相差値の波長依存性を示す。横軸は光の波長で、縦軸は位相差板の位相差値を示す。曲線31は、第2の位相差板18の位相差値を示し、曲線32は、第3の位相差板19の位相差値を示し、曲線33は、第2の位相差板18と第3の位相差板19を直交して重ねた時の位相差値である。

【0094】第2の位相差板18の材質は、屈折率の波長依存性の大きいPCであるので、曲線31に示したように短波長の位相差値は大きくなる。一方、第3の位相

差板19の材質は屈折率の波長依存性の小さいPPであるので、曲線32に示したように、短波長の位相差値は長波長の位相差値とほぼ同じでほとんど変化しない。

【0095】したがって、第2の位相差板18と第3の位相差板19とを位相差値が減算するように直交して重ねると、曲線33に示したように、0.4 μm 付近の短波長の位相差値を0.7 μm 付近の長波長の位相差値より小さくすることができる。

【0096】したがって、位相差値 F が光の波長 λ で除した F/λ 値は、すべての波長にわたり、ほぼ1/4にすることが可能となり、いわゆる広帯域1/4波長板を形成することが可能となる。

【0097】しかし、通常の1/4波長板は、短波長の位相差値が長波長の位相差値より大きいので、位相差値 F を波長 λ で除した F/R 値は、短波長では1/4より大きくなり、長波長では1/4より小さくなり、その結果、波長毎に偏光状態が変化してしまう。

【0098】(第3の実施の形態の効果：図7、図8、図9)つぎに本発明の実施の形態の液晶表示装置の効果について、図面を用いて説明する。反射表示については、第3の実施の形態と同じであり、ねじれ位相差板12と第1の位相差板13を用いることで、良好なコントラストの表示が可能である。

【0099】つぎに、バックライト16を点灯した透過表示について説明する。バックライト16から出た光は、第2の偏光板17により直線偏光となる。この直線偏光は第3の位相差板18と第4の位相差板19とで形成した広帯域1/4波長板の遅相軸に対して 45° の角度に入射するので、円偏光となる。半透過反射層14で、約7割は反射されるが、残りの3割の光が透過する。

【0100】STN液晶素子22に電圧を印加していない状態では、ねじれ位相差板12とSTN液晶素子22と第1の位相差板13とにより、複屈折性がほぼ全波長にわたり1/4波長となっている。本発明の実施の形態のように配置すると、第2の位相差板18と第3の位相差板19とで発生した位相差は、STN液晶素子22とねじれ位相差板12と第1の位相差板13とで発生する位相差で減算されてゼロとなり、第2の偏光板の吸収軸17aと同一方向の直線偏光となって出射する。

【0101】第1の偏光板の吸収軸11aと第2の偏光板の吸収軸17aが直交しているので、入射光は透過せず、黒表示となる。そして、第2の位相差板18と第3の位相差板19を用いたことで、第2の実施形態よりも、良好な黒表示が得られた。

【0102】つぎに、第1の電極3と第2の電極4との間に電圧を印加すると、ネマチック液晶6が立ち上がり、STN液晶素子22の実質的な $\Delta n d$ 値が減少する。そのために、第2の偏光板17から入射した直線偏光は、第2の位相差板18と第3の位相差板19を透過

することで円偏光となるが、ねじれ位相差板12とSTN液晶素子22を透過することで、楕円偏光や直線偏光になる。

【0103】この電圧印加によりSTN液晶素子22にて発生する位相差を $1/4$ 波長とすると、第2の偏光板17より入射した直線偏光は、ねじれ位相差板12と第1の位相差板13とを透過することで 90° 回転するため、第1の偏光板11を透過し、良好な白表示を得ることができる。

【0104】このように、第1の偏光板11と第1の位相差板13とねじれ位相差板12と半透過反射層14を内在したSTN液晶素子22とにより、外光を用いる反射表示においては良好な黒表示と明るい白表示が得られ、STN液晶素子22の下側に第2の位相差板18と第3の位相差板19と第2の偏光板17とバックライト16とを備えることで、外光が少ない環境ではバックライト16を点灯することで、良好なコントラストの表示が得られる単偏光板方式の半透過反射型の液晶表示装置を提供できる。

【0105】また、画素毎に開口部25を設けた半透過反射層14を用いたことで、開口部25を大きくすると透過表示重視の液晶表示装置に、開口部25を小さくすることで、反射表示重視の液晶表示装置に対応することが可能である。

【0106】(第3の実施の形態の変形例) また、本発明の実施の形態では、第2の位相差板18にPC、第3の位相差板19にPPを用いたが、屈折率の波長依存性が異なっていれば、ある程度の効果が得られる。第2の位相差板18にポリアリレート、第3の位相差板19にポリビニルアルコールを用いた場合も、良好なコントラストが得られた。

【0107】また、本発明の実施の形態においては、第2の位相差板18の位相差値 $F2=0.36\mu\text{m}$ 、第3の位相差板19の位相差値 $F3=0.5\mu\text{m}$ を用いたが、 $\Delta F=F3-F2=0.14\mu\text{m}$ になる関係を保てば、位相差値 $F2$ と位相差値 $F3$ は、異なっても、同様な効果を得ることができる。

【0108】(第4の実施の形態) つぎに、本発明の第4の実施の形態の半透過反射型の液晶表示装置の構成について説明する。第4の実施の形態の液晶表示装置は、第2の位相差板18と第3の位相差板19の種類と配置角度が第3の実施の形態と異なっている。

【0109】(液晶表示装置の構成: 図7、図8、図10) 本発明の第4の実施形態における半透過反射型の液晶表示装置の構成を図面を用いて説明する。第4の実施の形態における液晶表示装置の構成は、図7と図8に示した第3の実施の形態と同じであるので省略する。

【0110】第2の位相差板18は、PCを延伸した厚さ約 $70\mu\text{m}$ の透明フィルムで、波長 $0.55\mu\text{m}$ の位相差値 $F2=0.14\mu\text{m}$ で、 $1/4$ 波長相当である。

第3の位相差板19もPCを延伸した厚さ約 $70\mu\text{m}$ の透明フィルムで、波長 $0.55\mu\text{m}$ の位相差値 $F3=0.28\mu\text{m}$ で、 $1/2$ 波長相当に設定する。

【0111】つぎに、各構成部材の配置関係を図10を用いて説明する。図10(b)に示したSTN液晶素子22から上側の配置関係は、第1の実施の形態と同一であるので、省略する。

【0112】STN液晶素子22の下側に配置した第2の位相差板の遅相軸18aは、図10(a)に示したように、水平軸に対して -35° に配置し、第3の位相差板の遅相軸19aは、水平軸に対して $+25^\circ$ に配置し、第2の偏光板の吸収軸17aは水平軸に対して -50° に配置し、第1の偏光板の吸収軸11aと直交する。

【0113】(第4の実施の形態の効果: 図7、図10) つぎに、本発明の実施の形態の液晶表示装置の効果について図面を用いて説明する。反射表示については、第3の実施の形態と同じであり、ねじれ位相差板12と第1の位相差板13を用いることで、良好なコントラストの表示が可能である。

【0114】つぎに、バックライト16を点灯した透過表示について説明する。第3の実施の形態では、屈折率の波長依存性が異なる位相差板を2枚用いたが、屈折率の波長依存性が同一の材料を用いても、すべての可視光領域で円偏光に変換できる広帯域 $1/4$ 波長板を得ることができる。

【0115】位相差値 $F2$ が $1/4$ 波長相当の $0.14\mu\text{m}$ である第2の位相差板18と、位相差値 $F3$ が $1/2$ 波長相当の $0.28\mu\text{m}$ である第3の位相差板19を、図10(a)に示したように、交差角が 60° となるように重ねることによって、波長 $0.55\mu\text{m}$ での2枚合計の位相差値は $0.14\mu\text{m}$ となり、波長 $0.4\mu\text{m}$ 付近の短波長では $0.14\mu\text{m}$ より小さく、波長 $0.7\mu\text{m}$ 付近の長波長では $0.14\mu\text{m}$ より大きくなる。また2枚合計の実質的な遅相軸は、第2の位相差板の遅相軸18aと第3の位相差板の遅相軸19aとの中間となり、水平軸に対して、 -5° 方向となる。

【0116】つまり、屈折率の波長依存性が同じ材料の位相差板でも、2枚の位相差板を用いることで、短波長の位相差値が長波長の位相差値より小さい、いわゆる広帯域 $1/4$ 波長板を形成することが可能となる。つまり、位相差値 F を波長 λ で除した F/R 値は、すべての可視光領域にわたり、ほぼ $1/4$ にすることが可能となり、その結果、可視光領域すべての波長で円偏光が得られる。

【0117】バックライト16から出た光は、第2の偏光板17により直線偏光となる。この直線偏光は第2の位相差板18と第3の位相差板19との2枚で合成する実質的な遅相軸に対して 45° の角度に入射するので、円偏光となる。半透過反射層14で、約7割は反射され

るが、残りの3割の光が透過する。

【0118】STN液晶素子22に電圧を印加していない状態では、ねじれ位相差板12とSTN液晶素子22と第1の位相差板13とにより、複屈折性がほぼ全波長にわたり1/4波長となっている。本発明の実施の形態のように配置すると、第2の位相差板18と第3の位相差板19とで発生した位相差は、STN液晶素子22とねじれ位相差板12と第1の位相差板13とで発生する位相差で減算されて0となり、第2の偏光板の吸収軸17aと同一方向の直線偏光となって出射する。

【0119】第1の偏光板の吸収軸11aと第2の偏光板の吸収軸17aとが直交しているので、入射光は透過せず、黒表示となる。そして、第2の位相差板18と第3の位相差板19とを用いたことで、第2の実施形態よりも、良好な黒表示が得られた。

【0120】つぎに、第1の電極3と第2の電極4との間に電圧を印加すると、ネマチック液晶6が立ち上がり、STN液晶素子22の実質的な $\Delta n d$ 値が減少する。そのため、第2の偏光板17から入射した直線偏光は、第2の位相差板18と第3の位相差板19とを通過することで円偏光となるが、ねじれ位相差板12とSTN液晶素子22を透過することで、楕円偏光や直線偏光になる。

【0121】この電圧印加によりSTN液晶素子22で発生する位相差値を1/4波長相当とすると、第2の偏光板17より入射した直線偏光は、ねじれ位相差板12と第1の位相差板13とを透過することで90°回転するため、第1の偏光板11を透過し、良好な白表示を得ることができる。

【0122】このように、第1の偏光板11と第1の位相差板13とねじれ位相差板12と半透過反射層14を内在したSTN液晶素子22とにより、外光を用いる反射表示においては良好な黒表示と明るい白表示が得られ、STN液晶素子22の下側に第2の位相差板18と第3の位相差板19と第2の偏光板17とバックライト16とを備えることで、外光が少ない環境ではバックライト16を点灯することで、良好なコントラストの表示が得られる単偏光板方式の半透過反射型の液晶表示装置を提供できる。

【0123】(第4の実施の形態の変形例) また、本発明の実施の形態では、第2の位相差板の遅相軸18aを-35°に配置し、第3の位相差板の遅相軸19aを+25°に配置したが、第2の位相差板の遅相軸18aを+55°に、第3の位相差板の遅相軸19aを-65°に配置しても、交差角が60°であれば、同様な効果が得られる。

【0124】(第5の実施の形態) つぎに、本発明の第5の実施の形態の液晶表示装置の構成について説明する。第5の実施の形態の液晶表示装置は、半透過反射板の形状が異なること、カラーフィルタを備えることでカ

ラー表示が可能となっていることが、第4の実施の形態の構成と異なっている。

【0125】(液晶表示装置の構成: 図11、図12) 本発明の第5の実施形態における液晶表示装置の構成を、図面を用いて説明する。図11は本発明の第5の実施形態における液晶表示装置の構成要素を説明するための断面図で、図12は画素部を拡大した平面図である。構成要素の配置関係は、図10に示した第4の実施の形態と同一であるので省略する。以下、図10～図12を用いて、本発明の液晶表示装置の構成を説明する。

【0126】この実施の形態の液晶表示装置は、図11に示すように、STN液晶素子23と、STN液晶素子23の上側に設けた拡散層15と、ねじれ位相差板12と、第1の位相差板13と、第1の偏光板11と、STN液晶素子23の下側に設けた第2の位相差板18と、第3の位相差板19と、第2の偏光板17と、バックライト16により構成する。

【0127】第1の偏光板11と第1の位相差板13とねじれ位相差板12とは、アクリル系粘着剤で一体化しており、拡散層15にてSTN液晶素子23と貼り付けてある。また、第2の位相差板18と第3の位相差板19と第2の偏光板17とはアクリル系粘着剤で一体化しており、STN液晶素子23とも、アクリル系粘着剤で貼り付けてある。

【0128】STN液晶素子23は、アルミニウムからなる厚さ0.02 μ mの半透過反射層9と、赤フィルタR、緑フィルタG、青フィルタBの3色からなる厚さ1 μ mのカラーフィルタ10とアクリル系材料からなる厚さ2 μ mの保護膜8と透明電極材料であるITOからなる厚さ0.3 μ mの第1の電極3が形成されている厚さ0.5mmのガラス板からなる第1の基板1と、ITOからなる厚さ0.05 μ mの第2の電極4が形成されている厚さ0.5mmのガラス板からなる第2の基板2と、第1の基板1と第2の基板2とを張り合わせるシール材5と、第1の基板1と第2の基板2とに挟持されている左回り240°ツイスト配向しているネマチック液晶6とから形成してある。

【0129】半透過反射層9は、アルミニウムの膜厚を非常に薄くすることで、一部の光は透過し、残りの光は反射する、いわゆるハーフミラーにしてある。この発明の実施の形態では、アルミニウムの膜厚を、第1の実施の形態と同じ0.02 μ mとしたことで、10～20%程度の光を透過し、残りの80～90%の光を反射するようにし、図12に示したように画素周辺に長方形の形状で形成した。

【0130】第1の偏光板11と、ねじれ位相差板12と、第1の位相差板13と、拡散層15と、第2の偏光板17は、第4の実施の形態で用いたものと同一である。

【0131】第2の位相差板18と、第3の位相差板1

9と第2の偏光板17も第4の実施の形態で用いたものと同一である。

【0132】バックライト16は、第1～第4の実施の形態と同じ白色ELを用いることも可能ではあるが、本発明の実施の形態では、彩度と明るさを向上するために、導光板に3波長型蛍光管を取り付けたサイドライト方式を用いた。

【0133】カラーフィルタ10は、赤フィルタRと、緑フィルタGと、青フィルタBの3色で構成され、図12に示すように、本発明の実施の形態では、第2の電極4と平行になる縦ストライプ形状とする。各カラーフィルタの幅は、第2の電極4の幅より広く形成し、すきまが生じないようにしてある。カラーフィルタ10の間にすきまが生じると、入射光が増加し、明るくはなるが、表示色に白の光が混色し、色純度が低下するので、好ましくない。

【0134】カラーフィルタ10は、明るさを改善するために、分光スペクトルにおける最大透過率になるべく高いことが好ましく、それぞれの色の最大透過率は80%以上が良く、90%以上が最も好ましい。また、分光スペクトルにおける最小透過率も20%～50%と高くする必要がある。

【0135】カラーフィルタ10としては、顔料分散型、染色型、印刷型、転写型、電着型などが使えるが、アクリル系やPVA系の感光性樹脂に顔料を分散させた顔料分散型が耐熱温度が高く、色純度も良いので、最も好ましい。

【0136】このような高透過率のカラーフィルタを得るために、第1の基板1にアルミニウム薄膜の半透過反射層9を形成し、半透過反射層9の表面を陽極酸化処理で不活性化させた後、感光性樹脂に顔料を10～15%配合したカラーレジストを、スピンナーを用いて第1の基板1に塗布し、露光工程と現像工程を行い、厚さが1 μ m程度でも、透過率が高いカラーフィルタ10を形成した。

【0137】各構成部材の配置関係は、図10に示した第4の実施の形態と同一であるので省略する。

【0138】(第5の実施の形態の効果：図11) つぎに、本発明の実施の形態の液晶表示装置の効果について、図面を用いて説明する。カラーフィルタ10は全く複屈折性を持たないので、反射表示については、第4の実施の形態と同じであり、ねじれ位相差板12と第1の位相差板13とを用いることで、良好なコントラストの表示が可能である。

【0139】そして、表示画素のオンとオフを組み合わせることで、カラー表示が可能となる。たとえば、赤フィルタRをオン(白)とし、緑フィルタGと青フィルタBをオフ(黒)とすることで、赤表示が可能となる。

【0140】本発明の実施の形態の半透過反射型の液晶表示装置は、反射率が高く、かつ、コントラスト比が1

0以上と高い値が得られたので、バックライト16が非点灯の反射表示でも、彩度が高く、明るいカラー表示が得られた。

【0141】つぎに、バックライト16を点灯した透過表示について説明する。半透過反射層9とカラーフィルタ10は複屈折性を持たないので、透過表示も第4の実施の形態と同じである。したがって、バックライト16から出た光は、第2の偏光板17により直線偏光となり、第3の位相差板19と第2の位相差板18を透過することで、円偏光となる。半透過反射層9で、約8割は反射されるが、残りの2割の光が透過する。

【0142】STN液晶素子23に電圧を印加していない状態では、ねじれ位相差板12とSTN液晶素子23と第1の位相差板13とにより、複屈折量がほぼ全波長にあたり1/4波長相当となっている。このため、第2の位相差板18と第3の位相差板19とで発生した位相差は、STN液晶素子23とねじれ位相差板12と第1の位相差板13とで発生する位相差で減算されて0となり、第2の偏光板の吸収軸17aと直交方向の直線偏光となって出射する。

【0143】第1の偏光板の吸収軸11aと第2の偏光板の吸収軸17aとは直交しているので、入射光は透過せず、黒表示となる。そして、第1の電極3と第2の電極4との間に電圧を印加すると、第4の実施の形態と同様な効果で白表示となる。

【0144】このように、第1の偏光板11と第1の位相差板13とねじれ位相差板12と拡散層15と、半透過反射層9とカラーフィルタ10を内在したSTN液晶素子23とにより、外光を用いる反射表示においては良好なコントラストのカラー表示が可能であり、STN液晶素子23の下側に第2の位相差板18と第3の位相差板19と第2の偏光板17とバックライト16とを備えることで、外光が少ない環境ではバックライト16を点灯することで、良好なカラー表示が得られる単偏光板方式の液晶表示装置を提供できる。

【0145】(第5の実施の形態の変形例) 本発明の実施の形態では、カラーフィルタ10を第1の基板1に設けたが、第2の基板2の内側で、第2の電極4と第2の基板2との間にカラーフィルタ10を形成することも可能である。しかし、カラーフィルタ10を第1の基板1に設ける方が、保護膜8を、カラーフィルタ10の平坦化と、半透過反射層9と第1の電極3との絶縁層としての機能を兼ねることが可能となり、好ましい。

【0146】また、本発明の実施の形態では、カラーフィルタ10として、赤緑青の3色を用いたが、シアン、イエロー、マゼンタの3色のカラーフィルタを用いても、同じように明るいカラー表示が可能である。

【0147】また、本発明の実施の形態では、カラーフィルタ製造工程の洗浄ラインに耐えるように、半透過反射層8として、アルミニウム薄膜の表面を陽極酸化処理

で不活性化させたが、アルミニウム薄膜上に酸化シリコン (SiO_2) 等の透明な酸化膜をスパッタリング法や化学的気相成長法 (CVD法) で形成することも可能である。

【 0 1 4 8 】

【 発 明 の 効 果 】 以上 の 説 明 から 明 ら か な よ う に 、 本 発 明 に よ れ ば 、 第 1 の 偏 光 板 1 1 と 第 1 の 位 相 差 板 1 3 と ね じ れ 位 相 差 板 1 2 と 反 射 層 7 を 内 在 し た S T N 液 晶 素 子 2 0 と に よ り 、 外 光 を 用 い て 、 高 コ ン ト ラ ス ト で 明 る い 反 射 表 示 が 得 ら れ る 単 偏 光 板 方 式 の 液 晶 表 示 装 置 を 提 供 で き る 。

【 0 1 4 9 】 ま た さ ら に 、 本 発 明 に よ れ ば 、 第 1 の 偏 光 板 1 1 と 第 1 の 位 相 差 板 1 3 と ね じ れ 位 相 差 板 1 2 と 半 透 過 反 射 層 9 を 内 在 し た S T N 液 晶 素 子 2 1 と 、 第 2 の 位 相 差 板 1 8 と 第 2 の 偏 光 板 1 7 と バ ッ ク ラ イ ト 1 6 を 用 い る こ と に よ っ て 、 外 光 に よ る 反 射 表 示 と 、 バ ッ ク ラ イ ト 照 明 に よ る 透 過 表 示 が 可 能 で 、 か つ 、 反 射 表 示 と 透 過 表 示 の 両 方 で 高 コ ン ト ラ ス ト が 得 ら れ る 単 偏 光 板 方 式 の 液 晶 表 示 装 置 を 提 供 で き る 。

【 図 面 の 簡 単 な 説 明 】

【 図 1 】 本 発 明 の 第 1 の 実 施 の 形 態 に お け る 液 晶 表 示 装 置 の 構 成 を 示 す 断 面 図 で あ る 。

【 図 2 】 本 発 明 の 第 1 の 実 施 の 形 態 に お け る 液 晶 表 示 装 置 の 画 素 部 を 拡 大 し て 示 す 平 面 図 で あ る 。

【 図 3 】 本 発 明 の 第 1 の 実 施 の 形 態 に お け る 液 晶 表 示 装 置 の 配 置 関 係 を 示 す 平 面 図 で あ る 。

【 図 4 】 本 発 明 の 第 2 の 実 施 の 形 態 に お け る 液 晶 表 示 装 置 の 配 置 関 係 を 示 す 平 面 図 で あ る 。

【 図 5 】 本 発 明 の 第 2 の 実 施 の 形 態 に お け る 液 晶 表 示 装 置 の 画 素 部 を 拡 大 し て 示 す 平 面 図 で あ る 。

【 図 6 】 本 発 明 の 第 2 の 実 施 の 形 態 に お け る 液 晶 表 示 装 置 の 配 置 関 係 を 示 す 平 面 図 で あ る 。

【 図 7 】 本 発 明 の 第 3 の 実 施 の 形 態 に お け る 液 晶 表 示 装 置 の 構 成 を 示 す 断 面 図 で あ る 。

【 図 8 】 本 発 明 の 第 3 の 実 施 の 形 態 に お け る 液 晶 表 示 装 置 の 画 素 部 を 拡 大 し た 平 面 図 で あ る 。

【 図 9 】 本 発 明 の 第 3 の 実 施 の 形 態 に お け る 液 晶 表 示 装 置 の 配 置 関 係 を 示 す 平 面 図 で あ る 。

【 図 1 0 】 本 発 明 の 第 4 の 実 施 の 形 態 に お け る 液 晶 表 示

装 置 の 配 置 関 係 を 示 す 平 面 図 で あ る 。

【 図 1 1 】 本 発 明 の 第 5 の 実 施 の 形 態 に お け る 液 晶 表 示 装 置 の 構 成 を 示 す 断 面 図 で あ る 。

【 図 1 2 】 本 発 明 の 第 5 の 実 施 の 形 態 に お け る 液 晶 表 示 装 置 の 画 素 部 を 拡 大 し た 平 面 図 で あ る 。

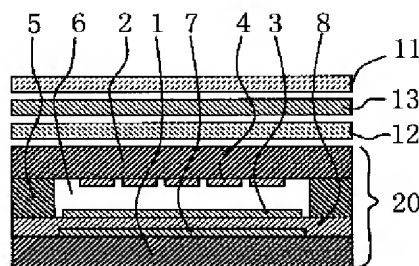
【 図 1 3 】 本 発 明 の 第 3 の 実 施 の 形 態 に お け る 液 晶 表 示 装 置 に 用 い る 位 相 差 板 の 位 相 差 値 の 波 長 依 存 性 を 示 す 図 面 で あ る 。

【 図 1 4 】 本 発 明 の 第 1 の 実 施 の 形 態 に お け る 液 晶 表 示 装 置 に お け る 分 光 反 射 率 特 性 を 示 す 図 面 で あ る 。

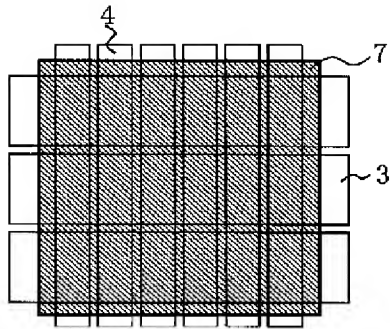
【 符 号 の 説 明 】

- | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| 1 : 第 1 の 基 板 | 2 : 第 2 の 基 板 |
| 3 : 第 1 の 電 極 | |
| 4 : 第 2 の 電 極 | 5 : シール材 |
| 6 : ネマチック液晶 | |
| 6 a : 下液晶分子配向方向 | 6 b : 上液晶分子配向方向 |
| 7 : 反射層 | 8 : 保護膜 |
| 9 : 半透過反射層 (ハーフミラー) | 1 0 : カラーフィルタ |
| 1 1 : 第 1 の 偏 光 板 | 1 1 a : 第 1 の 偏 光 板 の 吸 収 軸 |
| 1 2 : ねじれ位相差板 | |
| 1 2 a : ねじれ位相差板の下分子配向方向 | |
| 1 2 b : ねじれ位相差板の上分子配向方向 | |
| 1 3 : 第 1 の 位 相 差 板 | 1 3 a : 第 1 の 位 相 差 板 の 遅 相 軸 |
| 1 4 : 半透過反射層 (開口部付き) | 1 |
| 5 : 拡散層 | |
| 1 6 : バックライト | |
| 1 7 : 第 2 の 偏 光 板 | 1 7 a : 第 2 の 偏 光 板 の 吸 収 軸 |
| 1 8 : 第 2 の 位 相 差 板 | 1 8 a : 第 2 の 位 相 差 板 の 遅 相 軸 |
| 1 9 : 第 3 の 位 相 差 板 | 1 9 a : 第 3 の 位 相 差 板 の 遅 相 軸 |
| 2 0 、 2 1 、 2 2 、 2 3 : S T N 液 晶 素 子 | |
| R : 赤フィルタ | G : 緑フィルタ |
| B : 青フィルタ | |

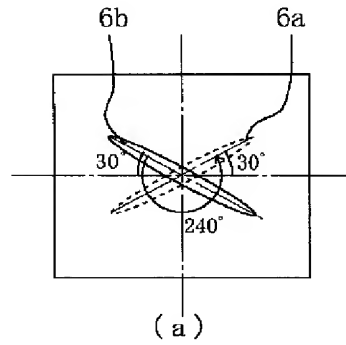
【 図 1 】



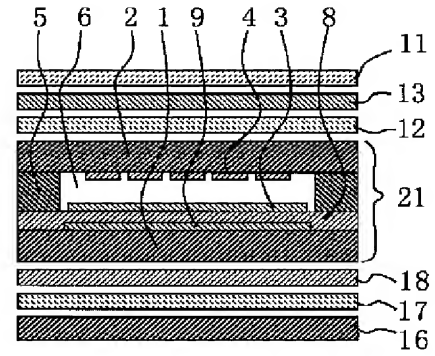
【図2】



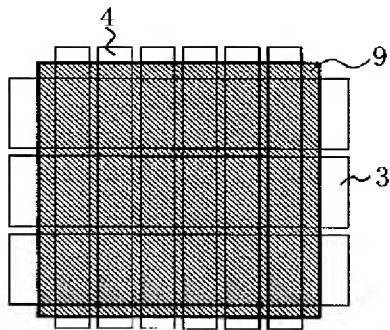
【図3】



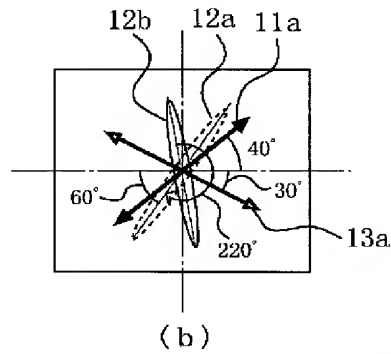
【図4】



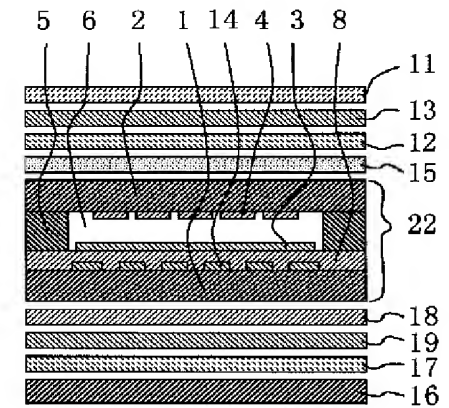
【図5】



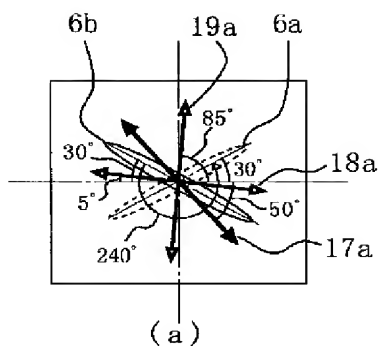
【図6】



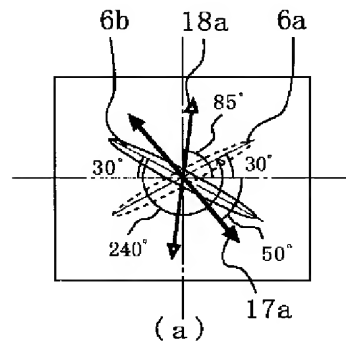
【図7】



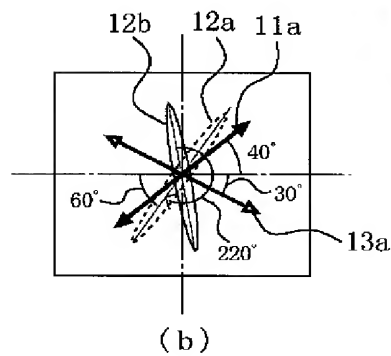
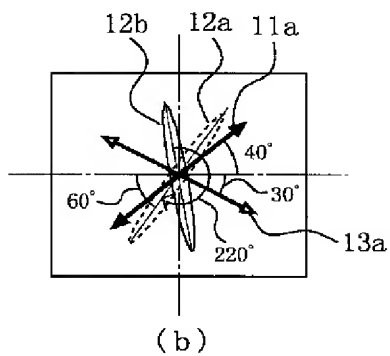
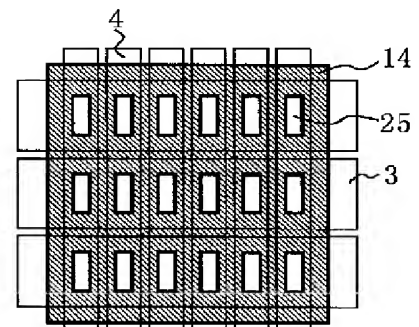
【図9】



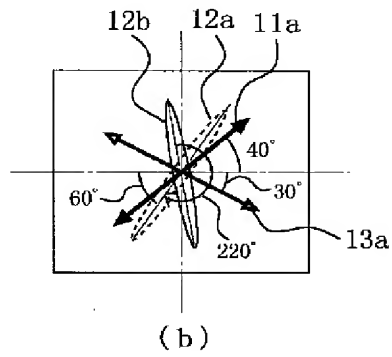
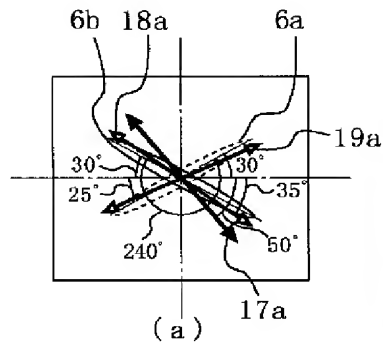
【図6】



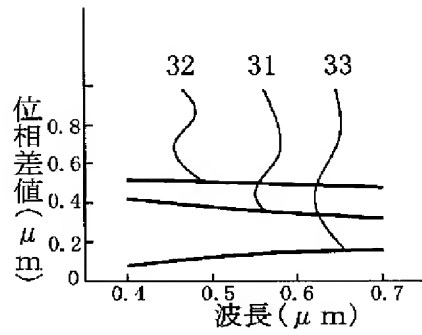
【図8】



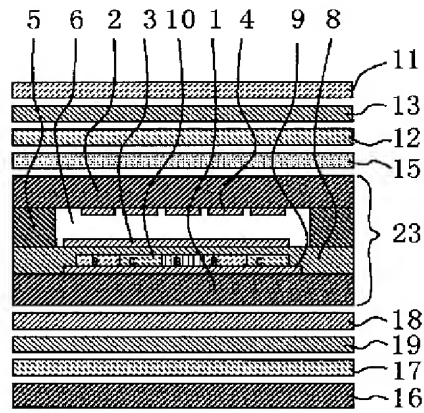
【図10】



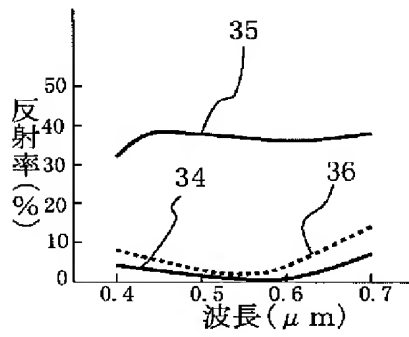
【図13】



【図11】



【図14】



【図12】

